

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ & ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**

Διευθυντής:

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΧΡΥΣΟΛΟΥΡΗΣ**  
Καθηγητής

**«ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ  
ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΠΛΑΚΙΔΙΩΝ ΣΕ ΦΘΟΡΑ  
ΚΑΙ ΕΞΙΣΩΣΗ TAYLOR»**

Συνεργάτες:  
Δρ. Στέφανος Καραγιάννης  
Κώστας Τσίρμπας

**ΠΑΤΡΑ 2002**

## Χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς των κοπτικών πλακιδίων σε φθορά.

Η συμπεριφορά των κοπτικών πλακιδίων στην φθορά επηρεάζει άμεσα:

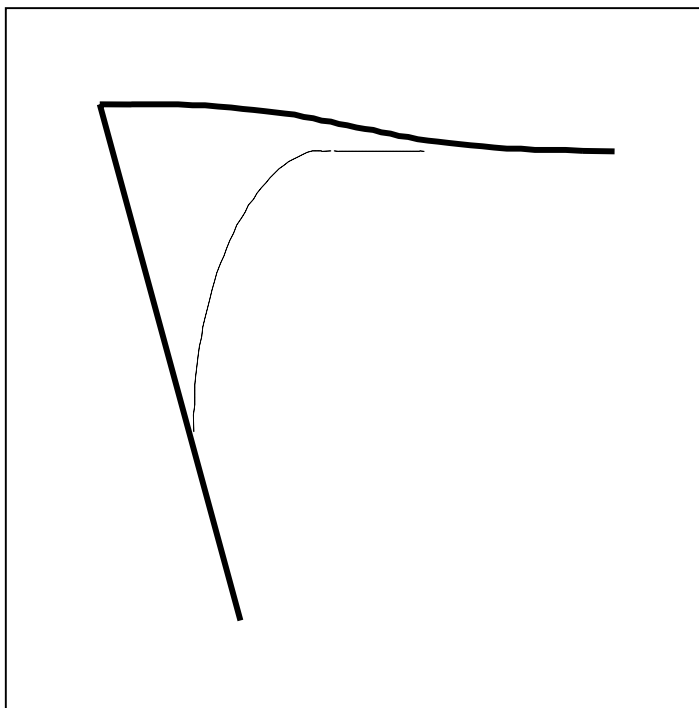
- το συνολικό κόστος κατασκευής του κομματιού
- την ποιότητά του
- τον χρόνο παραγωγής του
- την συχνότητα αλλαγής του κοπτικού εργαλείου
- τις επιλεγόμενες ταχύτητες κοπής
- την πρόκληση ζημιών στο κατεργαζόμενο κομμάτι και στην εργαλειομηχανή

Η αστοχία των κοπτικών πλακιδίων κατά κύριο λόγο είναι αποτέλεσμα:

- του φαινομένου της μικροεκδοράς των (microchipping)
- του φαινομένου της μακροθραύσεως των (gross fracture)
- καθώς και του φαινομένου της πλαστικής παραμορφώσεως των (plastic deformation)

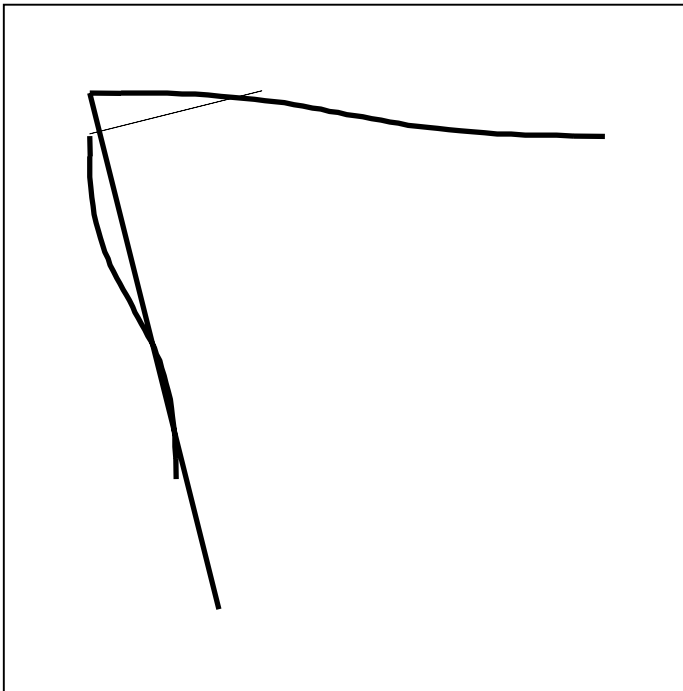
### Διαφορετικοί τύποι φθοράς κοπτικών πλακιδίων

Η ταχύτητα κοπής συμβολίζεται με το γράμμα του λατινικού αλφαβήτου  $V$ , ενώ το πάχος του αποβλήτου με το γράμμα του λατινικού αλφαβήτου  $t$ . Οι διαφορετικοί τύποι φθοράς κοπτικών πλακιδίων προσδιορίζονται από το γινόμενο  $Vt^{0.6}$  και συνοψίζονται διαγραμματικά στα ακόλουθα σχήματα.



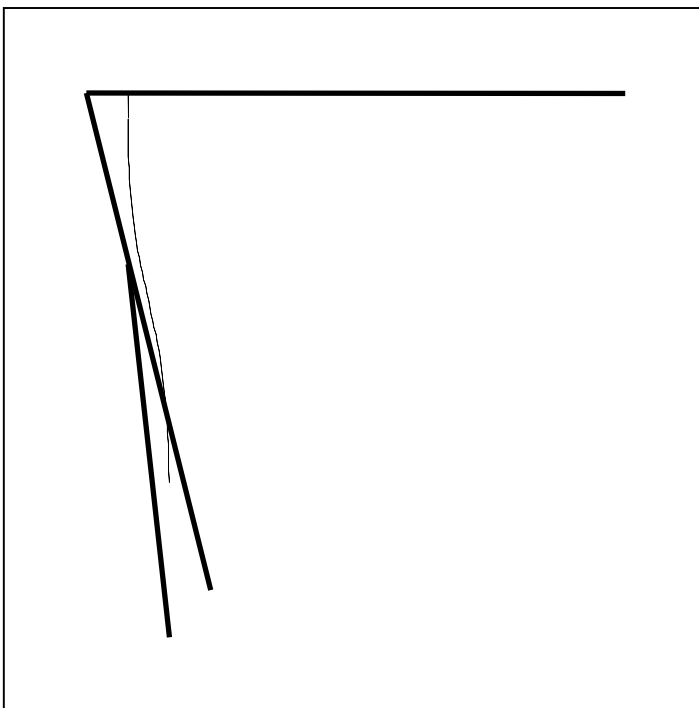
Φθορά κοπτικής ακμής  
(Nose wear)

$$Vt^{0.6} < 11$$



Φθορά προσώπου  
πλακιδίου  
(Tool face wear)

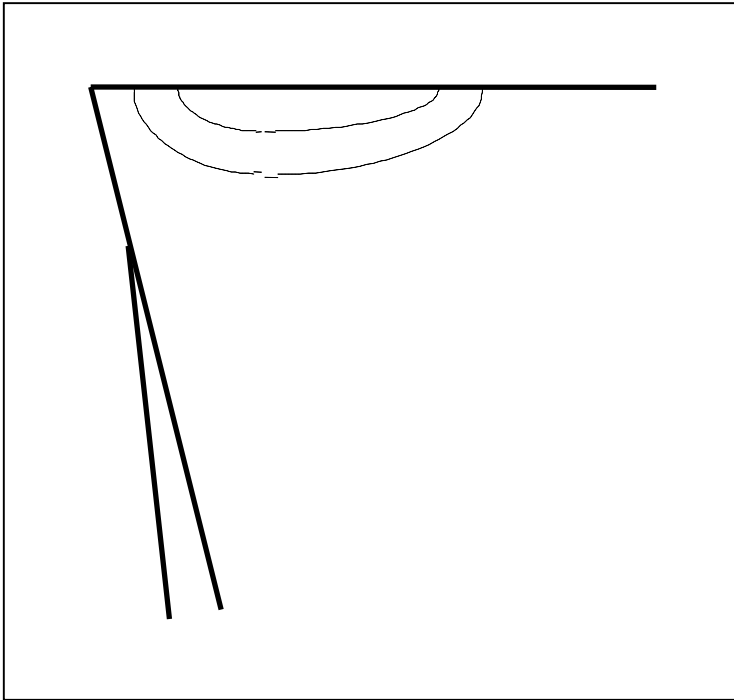
$$11 < Vt^{0.6} < 17$$



Φθορά επιφανείας  
πλακιδίου  
(Tool-land wear)

$$17 < Vt^{0.6} < 30$$

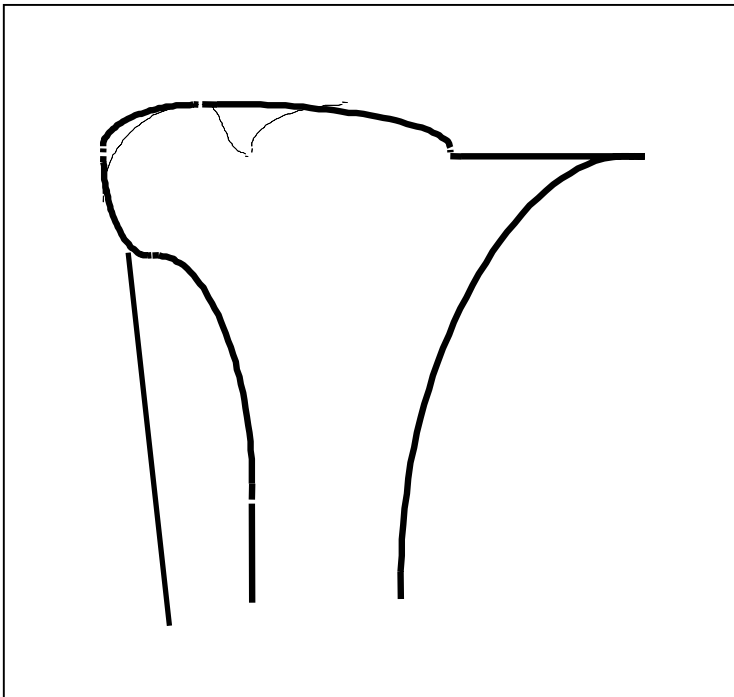
Ο συγκεκριμένος τύπος φθοράς ελαττώνει την *γωνία ελευθερίας* (relief angle) και συνεπώς αυξάνει την αντίσταση λόγω τριβής.



Φθορά λόγω δημιουργίας  
κρατήρων  
(Cratering)

$$Vt^{0.6} > 30$$

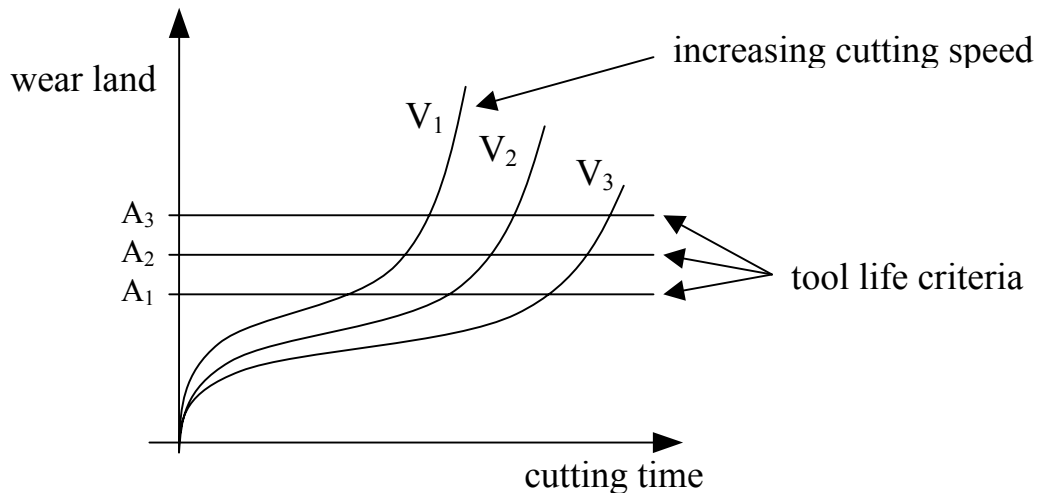
Ο συγκεκριμένος τύπος φθοράς συντελεί στην θραύση των άκρων (tip fracture).



Πλαστική ροή στην ακμή  
του πλακιδίου

$$Vt^{0.6} \gg 30$$

## Κριτήρια διάρκειας ζωής των κοπτικών πλακιδίων

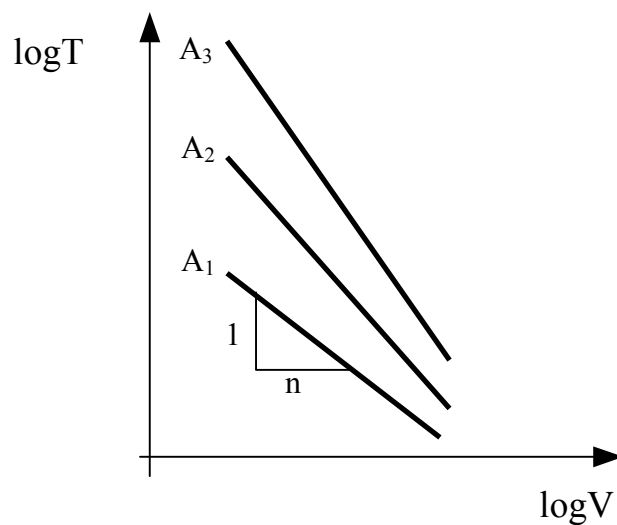


Η φθορά επιφανείας και το βάθος του κρατήρα προσδιορίζονται βάσει κριτηρίων ποιότητας, ασφαλείας κ.λ.π.

## Εξίσωση του Taylor

$$VT^n = c$$

όπου η σταθερά  $c$  χαρακτηρίζει εκείνη την ταχύτητα κοπής, η οποία δίδει διάρκεια ζωής κοπτικού πλακιδίου ενός λεπτού (1 min).



## Γενικευμένη Εξίσωση του Taylor

Η εν λόγω εξίσωση περιλαμβάνει

- το βάθος κοπής
- και την ταχύτητα πρόωσης (feed)

$$TV^{1/n}t^{1/m}b^{1/\ell} = c'$$

## Θεώρηση Κόστους Κατεργασίας

Από παρατήρηση:

- Αν η ταχύτητα κοπής είναι υψηλή, τότε το κόστος λειτουργίας των εργαλειομηχανών καθώς και των εργατικών είναι χαμηλό, ενώ το κόστος των κοπτικών πλακιδίων υψηλό.
- Αν η ταχύτητα κοπής είναι χαμηλή, τότε το κόστος λειτουργίας των εργαλειομηχανών καθώς και των εργατικών είναι υψηλό, ενώ το κόστος των κοπτικών πλακιδίων χαμηλό.
- Απαιτείται, συνεπώς, η εύρεση αριθμού βελτίστων συνθηκών λειτουργίας.

## Κόστος Κατεργασίας

$$Total\ Cost = xT_c + xT_d + y\frac{T_c}{T}$$

Η αλλαγή εργασίας δεν συμπεριλαμβάνεται στην ανωτέρω εξίσωση, επειδή ίσως είναι ανεξάρτητη της διάρκειας ζωής του κοπτικού πλακιδίου.

Η ελάχιστη ταχύτητα κοπής ( $V$ ) δίδεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{\partial(Total\ Cost)}{\partial V} = 0$$

όπου,

$xT_c$ , άμεσο κόστος εργατικών και λειτουργίας μηχανών

$x$ , τιμή εργατικών για κατεργασία ανά μονάδα χρόνου

$T_c$  , χρόνος κατεργασίας

$$T_c = \frac{L}{V} = \frac{\pi d \ell}{1000 V t}$$

$L$  , ελικοειδής διαδρομή

$t$  , πρόωση (mm/rad)

$V$  , ταχύτητα κοπής (m/min)

$\frac{\ell}{t}$  , αριθμός περιστροφών

$x T_d \frac{T_c}{T}$  , αλλαγές κοπτικού πλακιδίου ανά κατεργαζόμενο κομμάτι

$T$  , διάρκεια ζωής κοπτικού πλακιδίου (από Taylor)

$y \frac{T_c}{T}$  , κόστος κοπτικών πλακιδίων ανά κατεργαζόμενο κομμάτι

$y$  , μέση τιμή κοπτικής ακμής